

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3085205号  
(P3085205)

(45) 発行日 平成12年 9 月 4 日 (2000. 9. 4)

(24) 登録日 平成12年 7 月 7 日 (2000. 7. 7)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

H 0 1 P 1/20  
1/208  
1/213  
7/10

H 0 1 P 1/20 A  
1/208 A  
1/213 M  
7/10

請求項の数12(全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-228792

(22) 出願日 平成 8 年 8 月 29 日 (1996. 8. 29)

(65) 公開番号 特開平10-75103

(43) 公開日 平成10年 3 月 17 日 (1998. 3. 17)

審査請求日 平成10年12月 8 日 (1998. 12. 8)

(73) 特許権者 000006231

株式会社村田製作所  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 石川 容平

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株  
式会社村田製作所内

(72) 発明者 日高 青路

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株  
式会社村田製作所内

(72) 発明者 松井 則文

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株  
式会社村田製作所内

(72) 発明者 伊勢 智之

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株  
式会社村田製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 TMモード誘電体共振器とこれを用いたTMモード誘電体フィルタ及びTMモード誘電体デュプレクサ

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円形の誘電体柱を導電性を有する遮蔽空洞内に配置したTMモード誘電体共振器において、前記誘電体柱の互に対向する二つの面に電極が形成され、前記電極が形成された二つの面のうち一方の面が前記遮蔽空洞の内面に非接触となるように前記誘電体柱が配置され、TM<sub>010</sub> モードで機能させたことを特徴とするTMモード誘電体共振器。

【請求項2】 前記誘電体柱の二つの面に形成された電極が接するように前記誘電体柱が複数個積層されたことを特徴とする請求項1記載のTMモード誘電体共振器。

【請求項3】 前記誘電体柱の二つの面に形成された電極が間隔をおいて対向するように前記誘電体柱が複数個積層されたことを特徴とする請求項1記載のTMモード誘電体共振器。

2

【請求項4】 前記誘電体柱の二つの面に形成された電極のうち少なくとも一方を薄膜導体と薄膜誘電体を交互に重ねた薄膜多層電極で構成したことを特徴とする請求項1、請求項2または請求項3記載のTMモード誘電体共振器。

【請求項5】 請求項1、請求項2、請求項3、またはは請求項4記載のTMモード誘電体共振器を備え、このTMモード誘電体共振器と入出力手段とを結合させたことを特徴とするTMモード誘電体フィルタ。

【請求項6】 前記TMモード誘電体共振器と入出力手段の間に結合手段が配置されたことを特徴とする請求項5記載のTMモード誘電体フィルタ。

【請求項7】 前記TMモード誘電体共振器が複数配置され、このTMモード誘電体共振器間に結合手段が配置されたことを特徴とする請求項5または請求項6記載の

TMモード誘電体フィルタ。

【請求項8】 前記結合手段は誘電体シートの少なくとも一つの面に電極を形成した電極シートであることを特徴とする請求項6または請求項7記載のTMモード誘電体フィルタ。

【請求項9】 前記TMモード誘電体共振器が複数配置され、このTMモード誘電体共振器のうち入出力手段に結合される初段と最終段のTMモード誘電体共振器自体の共振周波数を残りの他のTMモード誘電体共振器の共振周波数よりも高くしたことを特徴とする請求項5、請求項6、請求項7または請求項8記載の誘電体フィルタ。

【請求項10】 請求項5、請求項6、請求項7、請求項8または請求項9記載のTMモード誘電体フィルタを複数組み合わせたTMモード誘電体デュプレクサであって、第1の周波数帯域を有する第1のTMモード誘電体フィルタと、第2の周波数帯域を有する第2のTMモード誘電体フィルタと、を備え、第1の周波数帯域と第2の周波数帯域を異なる周波数帯域にしたことを特徴とするTMモード誘電体デュプレクサ。

【請求項11】 前記第1のTMモード誘電体フィルタを構成するTMモード誘電体共振器の形状と、前記第2のTMモード誘電体フィルタを構成するTMモード誘電体共振器の形状を異ならせることによって、前記第1の周波数帯域と前記第2の周波数帯域とを異ならせたことを特徴とする請求項10記載のTMモード誘電体デュプレクサ。

【請求項12】 前記第1のTMモード誘電体フィルタを送信フィルタとして用い、前記第2のTMモード誘電体フィルタを受信フィルタとして用いることを特徴とする請求項10または請求項11に記載のTMモード誘電体デュプレクサ。

【発明の詳細な説明】【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、TMモードの誘電体共振器と、それをを用いたTMモード誘電体フィルタ及びTMモード誘電体デュプレクサに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、TMモード誘電体共振器を用いた誘電体フィルタとして、図13に示す構造のものが知られている。図13の誘電体共振器は短絡型TM<sub>110</sub>モード誘電体共振器の誘電体柱を縦横直行する形で一体化して二重モードにした誘電体共振器であり、この構造によって通常のTMモード誘電体共振器一個分の大きさでTMモード誘電体共振器二個分の機能を有している。

【0003】図13において、誘電体フィルタ101は四つのTM二重モード誘電体共振器102、103、104、105がその開口が同一方向に向くように一列に配置され、その開口を覆うように金属製のパネル106、107が取り付けられて構成されている。

【0004】TM二重モード誘電体共振器102は、前後に開口を有するキャビティ102aと十字形状の誘電体柱102XYとが同一の誘電体材料で一体的に形成され、キャビティ102aの前後の開口を除く外表面に導電体102bが形成されることによって構成されている。キャビティ102aは導電体102bが形成されて遮蔽空洞となっている。誘電体柱102XYは誘電体柱横部102Xと誘電体柱縦部102Yとからなり、これによって、TM二重モード誘電体共振器102は一つで二段の共振器を構成している。また、TM二重モード誘電体共振器103、104、105はTM二重モード誘電体共振器102と同様に構成されている。

【0005】パネル106には、入力ループ108及び出力ループ109が取り付けられている。入力ループ108及び出力ループ109は、図示しない同軸コネクタを介して外部回路に接続される。

【0006】パネル107には隣接するTM二重モード誘電体共振器間を結合する結合ループ107a、107b、107c、107dが取り付けられている。

【0007】このような誘電体フィルタに用いられる誘電体共振器では誘電体共振器の周波数はキャビティの大きさ及び誘電体柱の大きさによって規定されている。

【0008】例えば、通常の誘電体柱が縦一文字のTM<sub>110</sub>モード誘電体共振器の場合、誘電体柱の幅・厚み・高さ及びキャビティの高さをそのままにしてキャビティの幅方向寸法を大きくすると周波数は低くなる。また、キャビティの大きさをそのままにして誘電体柱の幅あるいは誘電体柱の厚みを大きくすると周波数は低くなるという関係になる。また、周波数をそのままにして誘電体共振器の無負荷Qを上げようすると、誘電体柱の高さを高くすることによって行う。

【0009】この時、誘電体柱の高さを高くすると必然的にキャビティの高さも高くなる。TM<sub>110</sub>モード誘電体共振器ではキャビティ表面の導電体上を実電流が流れるため、キャビティが大きくなればなるほどキャビティ表面の導電体上での損失が生じる。但し、キャビティ表面の導電体上での損失に比べて誘電体柱を高くすることによる無負荷Qの上昇の方が大きいため、結果的に誘電体柱の高さを高くすればするほど無負荷Qは上昇する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このキャビティ表面の導電体上での損失を無くすることができれば、誘電体柱の高さをそれ程高くしなくとも無負荷Qを高くすることが可能となるため、キャビティ表面の導電体上で損失が生じないような誘電体共振器が必要とされていた。

【0011】また、図13に示すTM二重モード誘電体共振器の場合、誘電体柱縦部及び誘電体柱横部の大きさを所定の周波数に合わせるとキャビティの大きさも決定されてしまうため、誘電体共振器の無負荷Qを上げよう

とすると、必然的にキャビティの幅方向及び高さ方向の両方の大きさが大きくなり、結果的に誘電体フィルタの大きさも大きくなっていった。また、誘電体柱の大きさをそのままにしてキャビティを大きくすると周波数が低くなるため、キャビティを大きくするとともに、誘電体柱の幅又は厚みを小さくする必要があった。このように、従来のTM二重モード誘電体共振器の場合、無負荷Qと周波数をそれぞれ個別に変化させることが困難であった。

【0012】したがって、本発明はキャビティ表面の導電体上での損失を無くし、無負荷Qと周波数とをそれぞれ個別に変化させることができる誘電体共振器を提供することを目的とする。

【0013】また、本発明は無負荷Qが向上し低背化を図った誘電体フィルタ及び誘電体デュプレクサを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】そこで、請求項1に係る発明では、円形の誘電体柱を導電性を有する遮蔽空洞内に配置したTMモード誘電体共振器において、前記誘電体柱の互いに対向する二つの面に電極が形成され、前記電極が形成された二つの面のうち一方の面が前記遮蔽空洞の内面に非接触となるように前記誘電体柱が配置され、TM<sub>010</sub>モードで機能させている。

【0015】この構造により、従来のTMモード誘電体共振器のキャビティに相当する遮蔽空洞にはほとんど実電流が流れない。

【0016】また、請求項2に係る発明では、電極が形成された二つの面のうち少なくとも一の面が間隔を置いて互いに対向するように誘電体柱が複数個積層されている。

【0017】これにより、請求項1に係る発明と比較してさらに無負荷Qが向上する。

【0018】さらに、請求項3に係る発明では、電極が形成された二つの面のうち少なくとも一の面が間隔を置いて互いに対向するように誘電体柱が複数個積層されている。

【0019】これにより、多段の共振器として利用することができる。

【0020】請求項4に係る発明では、薄膜導体と薄膜誘電体を交互に積層した薄膜多層電極を用いている。

【0021】これにより、請求項1に係る発明と比較すると、誘電体柱の上下に形成された電極における損失が低減できるため、さらに無負荷Qが向上する。

【0022】

【0023】

【0024】請求項5に係る発明では、上記のようなTMモード誘電体共振器と入出力手段とを外部結合させている。

【0025】これにより、無負荷Qが高い誘電体フィル

タが得られる。

【0026】請求項6に係る発明では、TMモード誘電体共振器と入出力手段の間に結合手段が配置されている。

【0027】これにより、結合手段そのものを取り替える、付加または削除する等の加工を施して、TMモード誘電体共振器と入出力手段の結合の大きさを容易に調整することができる。

【0028】請求項7に係る発明では、複数のTMモード誘電体共振器の間に結合手段が配置されている。

【0029】これにより、結合手段そのものを取り替える、付加または削除する等の加工を施して、TMモード誘電体共振器同士の結合の大きさを容易に調整することができる。

【0030】請求項8に係る発明では、結合手段として誘電体シートの少なくとも一つの面に電極を形成した電極シートを用いている。

【0031】これにより、誘電体の誘電率、電極シートの大きさを適度を選択して所望の結合の大きさを容易に得ることができる。

【0032】請求項9に係る発明では、初段及び最終段のTMモード誘電体共振器単体の共振周波数を高くしているので、誘電体フィルタを構成した際に各TMモード誘電体共振器の共振周波数を同一にすることができる。

【0033】請求項10に係る発明では、上記のようなTMモード誘電体フィルタを複数組み合わせ、第1の周波数帯域を有する第1のTMモード誘電体フィルタと、第2の周波数帯域を有する第2のTMモード誘電体フィルタとを備え、第1の周波数帯域と第2の周波数帯域を異なる周波数帯域にしている。

【0034】これにより、無負荷Qが高い誘電体デュプレクサが得られる。

【0035】請求項11に係る発明によれば、第1のTMモード誘電体フィルタを構成するTMモード誘電体共振器の形状と、第2のTMモード誘電体フィルタを構成するTMモード誘電体共振器の形状を異ならせることによって、第1の周波数帯域と第2の周波数帯域とを異ならせている。

【0036】これにより、同一形状のTMモード誘電体共振器を用いた場合に比べて、周波数帯域をずらすための回路を付加する必要がなくなる。

【0037】請求項12に係る発明によれば、第1のTMモード誘電体フィルタを送信フィルタとして用い、前記第2のTMモード誘電体フィルタを受信フィルタとして用いている。

【0038】これにより、無負荷Qの高い送受信機用のTMモード誘電体デュプレクサが得られる。

【0039】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施の形態に係る誘電体フィルタを図1を用いて説明する。図1

(A) は一部破碎斜視図であり、図 1 (B) は図 1 (A) における A-A 線断面図である。

【0040】図 1 に示すように、誘電体フィルタ 1 は金属製の遮蔽空洞 5 内に誘電体柱 2 が配置されて構成されている。

【0041】誘電体柱 2 は、円柱形状に形成した誘電体であり、その対向する二つの面に電極 3、4 が形成されている。また、誘電体柱 2 は、電極 4 が遮蔽空洞 5 の内側底面に接するように配置されており、遮蔽空洞 5 と半田付け等で電氣的に接続固定されている。誘電体柱 2 の電極 3 は、遮蔽空洞 5 の内側天井面とは接しておらず、一定の間隔をおいて対向している。このような構造にして高周波信号を入力すると誘電体柱 2 内では電極 3、4 の間に電界が生じ、誘電体柱 2 の円周に沿って磁界が生じる。その結果、誘電体柱 2 内に電磁界が集中して閉じ込められて、 $TM_{010}$  モードに近似の電磁界分布となる。この時、誘電体柱 2 は一段の誘電体共振器として機能する。

【0042】また、遮蔽空洞 5 の側壁には外部入出力用の同軸コネクタ 6、6 が取り付けられ、同軸コネクタ 6、6 の中心電極は例えばワイヤーで電極シート 7、7 に電氣的に接続されている。

【0043】電極シート 7、7 はシート状の樹脂等からなる絶縁体上面に電極膜を形成したものであり、絶縁体下面には電極膜は形成されていない。また、電極シート 7、7 は誘電体柱 2 の上面に形成された電極 3 上に配置され、電極膜が形成されていない下面を電極 3 に接するように貼り付けられている。

【0044】以上のように構成される誘電体フィルタ 1 は以下のように機能する。まず、一方の同軸コネクタ 6 に高周波信号が入力されると、一方の同軸コネクタ 6 の中心電極に接続された一方の電極シート 7 の上面の電極膜と誘電体柱 2 の電極 3 との間に存在する絶縁体で容量が発生する。この容量を介して一方の同軸コネクタ 6 の中心電極は誘電体柱 2 に結合する。この結合によって誘電体柱 2 が共振し、他方の電極シート 7 の容量を介して、他方の電極シート 7 の上面の電極膜に接続された他方の同軸コネクタ 6 から出力される。

【0045】このような構成にすることによって、従来の短絡型  $TM_{010}$  モード誘電体共振器の誘電体フィルタに比べて同じ周波数であればはるかに低背化することができる。また、本実施の形態の誘電体フィルタは、従来の短絡型  $TM_{010}$  モード誘電体共振器の誘電体フィルタと同様に、共振周波数が高さ方向に垂直な面における断面積によって決定され、無負荷 Q が誘電体柱の高さによって決定される。しかしながら、本実施の形態では従来のキャビティに相当する遮蔽空洞の側面に実電流がほとんど流れないため、この部分での無負荷 Q の劣化が生じない。したがって、所望の無負荷 Q を得るために、誘電体柱の高さをそれ程高くする必要がないため、誘電体フ

ィルタ全体の高さもそれ程高くはならない。

【0046】なお、本実施の形態では、円柱状の誘電体柱を用いて説明しているがこれに限るものではなく、誘電体のブロックに図 1 の二つの電極 3、4 に相当する電極が形成されていればどのような形状であってもよい。

【0047】しかしながら、それら柱形状の中でも特に本実施形態のように誘電体柱 2 a を円柱形状にすれば、電極を形成した面において、円中心から円端である円周までが等距離となる。他の多角柱形状では、電極を形成した面において多角形中心から角部までの距離と多角形中心からその他の円端部までの距離が異なるため、電位差が生じ、多角形の円端部で多角形状に沿って電流が流れる。この電流によって電極での損失が生じる。これに対して、円柱形状では電極を形成した面において円中心から縁端が等距離なので、この電位差による電流はほとんど流れず、したがって、これによる損失を大きく低減することができる。また、円柱形状にすると以上のような効果があるため、この電極縁端での損失が大きく問題となる超電導体を電極 3 及び電極 4 に用いることができる。この超電導体を電極 3 及び電極 4 に用いることによって、さらに無負荷 Q の高い誘電体共振器や誘電体フィルタを得ることができる。

【0048】次に本発明の第 2 の実施の形態を図 2 を用いて説明する。図 2 (A) は一部破碎斜視図であり、図 2 (B) は図 2 (A) の B-B 線断面図である。なお、第 1 の実施の形態と同一部分には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0049】図 2 に示すように、誘電体フィルタ 1 は金属製の遮蔽空洞 5 内に誘電体柱 1 2 a、1 2 b が配置されて構成されている。

【0050】誘電体柱 1 2 a はその対向する二つの面に電極 1 3 a、1 4 a が形成されており、誘電体柱 1 2 b はその対向する二つの面に電極 1 3 b、1 4 b が形成されている。また、誘電体柱 1 2 a の電極 1 3 a は遮蔽空洞 5 の内側天井面に半田付け等で接続固定され、誘電体柱 1 2 b の電極 1 4 b は遮蔽空洞 5 の内側底面に半田付け等で接続固定されている。そして、誘電体柱 1 2 a の電極 1 4 a と誘電体柱 1 2 b の電極 1 3 b とが電氣的に接続されている。

【0051】また、電極シート 7、7 は第 1 の実施の形態と同様の構成であり、電極膜の無い面が誘電体柱 1 2 a、1 2 b と接するように誘電体柱 1 2 a と 1 2 b との接続部分に貼り付けられている。上下誘電体柱の電磁界分布のつりあいを考えた場合、電極シート 7、7 は誘電体柱 1 2 a と 1 2 b との接続部分に貼り付けるのが好ましいが、他の部分に貼り付けても良い。

【0052】電極シート 7、7 の電極膜のある面には遮蔽空洞 5 の側面に取り付けられた同軸コネクタ 6、6 の中心電極が例えばワイヤーでそれぞれ電氣的に接続されている。なお、電極シート 7、7 を用いずに、同軸コネ

クタ6、6の中心電極を直接、電極13b、14aに接続しても良い。この場合、外部結合が最も強くなるため広帯域の誘電体フィルタを構成することができる。

【0053】以上のように構成される誘電体フィルタ11は1段の誘電体フィルタとして機能し、同じ高さの第1の実施の形態の誘電体フィルタに比べてより無負荷Qを向上させることができる。

【0054】また、本実施形態の変形例として図3に示すものが考えられる。図3(A)は一部破碎斜視図であり、図3(B)は図3(A)のC-C線断面図である。なお、第1の実施形態や図2の形態と同様の部分については詳細な説明は省略する。

【0055】図3に示すように、図1の誘電体柱2や図2の誘電体柱12a、12bと同じ構成の誘電体柱22a、22bを遮蔽空洞5の中に配置する。そして、新たな誘電体柱22cを誘電体柱22a、22bの間に配置して誘電体フィルタ21を構成することができる。この場合、誘電体柱22aと誘電体柱22cで一段の誘電体共振器が構成され、誘電体柱22bと誘電体柱22cで一段の誘電体共振器が構成される。したがって、図3の誘電体フィルタ21の積層された誘電体柱22a~22cが二重モード誘電体共振器として機能するため二段の共振器を有する誘電体フィルタとして用いることができる。このような構造にさらに誘電体柱を重ねていきn個の誘電体柱を積層すると、n-1段の誘電体共振器を有する誘電体フィルタ構成することができる。

【0056】このような図3に示す構成のTM二重モード誘電体共振器は、従来の短絡型TM二重モード誘電体共振器に比べて同じ周波数で比較すると、本実施の形態の二重モード誘電体共振器では誘電体柱の厚みをそれ程大きくする必要がないため、より低背化することができる。

【0057】なお、本実施の形態においても、第1の実施形態と同様に誘電体ブロックの形状は円柱形状に限らず、他の多角形状に形成してもよいが、第1の実施形態で説明したように円柱形状にするのが好ましい。また、図2、図3に示された誘電体フィルタの複数の誘電体柱の形状を異ならせるようにしてもよい。

【0058】次に、第3の実施の形態について図4を用いて説明する。図4(A)は一部破碎斜視図、図4(B)は図4(A)におけるD-D線断面図である。なお、第1、第2の実施の形態と同様部分については、詳細な説明は省略する。

【0059】図4に示すように、誘電体フィルタ31は、誘電体柱32aの電極34aと誘電体柱32bの電極33bとを間隔をおいて配置することにより電氣的に絶縁した構造の誘電体フィルタである。誘電体柱32aと誘電体柱32bはそれぞれ独立の共振器として機能するので、誘電体フィルタ31は二段の共振器から構成されることになる。

【0060】また、誘電体柱32aの電極34aと誘電体柱32bの電極33bとの間には、ほぼ中央部に結合調整穴39aを有する結合調整用板39が配置されている。この結合調整穴39aの大きさによって誘電体柱32aが構成する共振器と誘電体柱32bが構成する共振器との結合の大きさを調整しており、結合調整穴39aの大きさが大きくなればなるほど誘電体柱32aが構成する共振器と誘電体柱32bが構成する共振器との結合は大きくなり、結合調整穴39aの大きさが小さくなればなるほど誘電体柱32aが構成する共振器と誘電体柱32bが構成する共振器との結合は小さくなる。

【0061】なお、本実施形態においても第1、第2の実施形態と同様に誘電体柱の形状は円柱形状に限らないが、第1の実施形態で説明したように円柱形状にするのが好ましい。また、2つの誘電体柱に互いに異なる形状の誘電体柱を用いてもよい。

【0062】次に、第4の実施の形態について図5及び図6を用いて説明する。図5(A)は斜視図であり、図5(B)は図5(A)におけるE-E線断面図である。また、図6は図5の誘電体フィルタを上下に分割して支持部材48を取り除いた平面図である。本実施の形態は上記第3の実施の形態で説明した誘電体フィルタ31を二個並置して四段の共振器からなる誘電体フィルタ41を構成したものである。なお、第1~第3の実施の形態と同一部分には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0063】図5に示すように、誘電体フィルタ41は、四つの円柱形状の誘電体柱42a~42dを有しており、それぞれの誘電体柱42a~42dの互に対向する二つの主面には電極43aと電極44a、電極43bと電極44b、電極43cと電極44c、電極43dと電極44dがそれぞれ形成されている。

【0064】誘電体柱42a~42dの構成は、上記第1~第3の実施の形態の誘電体柱と同じ構成であるため詳細な説明はここでは省略する。

【0065】遮蔽空洞45は誘電体柱42a~42dと同じ熱膨張率を有する誘電体材料からなり、その外表面には電極45aが形成されることによって金属製の遮蔽空洞と同じ遮蔽機能を得ている。この遮蔽空洞45は誘電体柱と同じ熱膨張率を有しているため、金属と誘電体の熱膨張率の相違による問題が解消できる。また、遮蔽空洞45は上下に分割されており、その内側には誘電体柱42a~42dを収納する凹部が形成されている。さらに、遮蔽空洞45の実装面にあたる底面からそれに垂直な側面の一つに渡って、外表面に形成された電極45aと電氣的に分離された入出力電極46、46が形成されている。

【0066】一方の入出力電極46は電極シート7を介して誘電体柱42bと結合している。また、誘電体柱42bは一定間隔をおいて配置された誘電体柱42aに結

合している。次に、誘電体柱42aは電極シート7を介して隣に配置された誘電体柱42cに結合している。さらに、誘電体柱42cは一定間隔をおいて配置された誘電体柱42dに結合している。そして、誘電体柱42dは電極シート7aを介して他方の入出力電極46に結合している。

【0067】また、誘電体柱42aと誘電体柱42bの間及び誘電体柱42cと誘電体柱42dの間には、これらが一定の間隔を有するように低誘電率の誘電体材料からなる支持部材48が配置されている。支持部材48には、誘電体柱42bの間及び誘電体柱42cと誘電体柱42dの間の結合を調整する結合調整穴49aを有する金属製の結合調整板49が埋め込まれて一体化している。

【0068】このような構成にすることによって薄型で表面実装が可能な誘電体フィルタを得ることができる。

【0069】この時、誘電体柱42a～42dの固有の共振周波数は異なってもよい。すなわち、入出力電極46、46にそれぞれ結合している初段の誘電体共振器を構成する誘電体柱42bと最終段の誘電体共振器を構成する誘電体柱42dは電極の形成されていない円周側面の一部が削り取られ、残りの他の誘電体柱42a、42cと比べて誘電体共振器単体での共振周波数がより高くなるように調整されている。これは、入出力手段と初段及び最終段の誘電体共振器が容量結合した際には、この容量によって初段及び最終段の誘電体共振器単体での見かけ上の共振周波数が低くなって誘電体フィルタを構成した際にフィルタ特性が得られなくなることがあるからである。すなわち、この現象を防ぐためにあらかじめ初段及び最終段の誘電体共振器単体の共振周波数を高くして、誘電体フィルタを構成したときにすべての誘電体共振器の見かけ上の共振周波数がほぼ同一となるようにしている。

【0070】また、このように初段および最終段の誘電体共振器単体の共振周波数を高くするための構造として図7に示すような変形例が考えられる。図7は、図5(B)で説明した誘電体フィルタと同一部分で誘電体フィルタ41aを切断した断面を表す断面図である。

【0071】すなわち、図7に示すように、図5の初段および最終段の誘電体共振器を構成する誘電体柱42a及び誘電体柱42cの代わりに、これらよりも直径の小さい誘電体柱42eを初段に配置し、この誘電体柱42eと同じ直径の誘電体柱42fを最終段に配置することによって、あらかじめ初段及び最終段の誘電体共振器単体の共振周波数を高くすることができる。

【0072】なお、本実施の形態においても、第1～第3の実施形態と同様に誘電体柱の形状は円柱形状に限らないが、第1の実施形態で説明したように円柱形状にするのが好ましい。また、複数の誘電体柱のうち少なくとも1つの誘電体柱の形状を異ならせるようにしてもよ

い。さらに、本実施例では第1～第3の実施形態とは異なり、入出力手段を同軸コネクタではなく表面実装用の入出力電極によって構成したが、第1～第3の実施形態と同様の構成で同軸コネクタを用いてもよい。もちろん、第1～第3の実施形態で説明した誘電体フィルタの同軸コネクタの代わりに本実施形態の表面実装用の入出力電極構造を用いてもよい。

【0073】次に第5の実施形態について図8、図9を用いて説明する。図8は一部破砕斜視図であり、図9は分解斜視図である。なお、第1～第4の実施の形態と同一部分には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0074】図8に示すように、誘電体デュプレクサ51は第1の周波数帯域を有する第1の誘電体フィルタ51aと第2の周波数帯域を有する第2の誘電体フィルタ51bから構成されている。

【0075】第1の誘電体フィルタ51aは、図9に示す誘電体柱52a～52dから構成されている。この誘電体フィルタ51aでは、同軸コネクタ56aが電極シート7を介して誘電体柱52bに結合し、誘電体柱52bは誘電体柱52aに結合し、誘電体柱52aは電極シート7を介して誘電体柱52cに結合し、誘電体柱52cは誘電体柱52dに結合し、誘電体柱52dは電極シート7、マッチング用のコイルL1及びコンデンサC1を介して同軸コネクタ56bに結合している。この構成によって図8に示すような四段の誘電体共振器を持つ誘電体フィルタ51aを構成している。

【0076】第2の誘電体フィルタ51bは図9に示す誘電体柱52e～52hから構成されている。この誘電体フィルタ51bでは、同軸コネクタ56bがマッチング用のコンデンサC1及びコイルL1、電極シート7を介して誘電体柱52fに結合し、誘電体柱52fは誘電体柱52eに結合し、誘電体柱52eは電極シート7を介して誘電体柱52gに結合し、誘電体柱52gは誘電体柱52hに結合し、誘電体柱52hは電極シート7を介して同軸コネクタ56cに結合している。この構成によって図8に示すような四段の誘電体共振器を持つ誘電体フィルタ51bを構成している。

【0077】図9に示すように遮蔽空洞55は上下に分割され、誘電体柱52a～52hを収納するための凹部が形成されている。

【0078】誘電体柱52a～52hは遮蔽空洞55の凹部にリング状のアース板60を介してそれぞれ電氣的に接続されている。

【0079】図9に示すように誘電体柱52a、52c、52e、52gと誘電体柱52b、52d、52f、52hとの間には、それぞれの誘電体柱を支持する支持部材58及び上下の支持部材58間に挟まれて支持される結合調整板59が配置されている。

【0080】支持部材58は、低誘電率の材料からなる三つのパーツから形成されており、三点で一つの誘電体

10

20

30

40

50

柱を支持するように構成されている。また支持部材58に形成された切り欠き58aは電極シート7を誘電体柱との間で挟んで固定するためのものである。

【0081】結合調整板59には結合調整穴59aが形成されており、この結合調整穴59aの径の大きさ・形状によって誘電体柱52aと誘電体柱52bの間、誘電体柱52cと誘電体柱52dの、誘電体柱52eと誘電体柱52f、誘電体柱52gと誘電体柱52hとの間の結合が調整される。

【0082】以上のような構成にすることによって、低損失かつ低背化された八段の誘電体共振器からなる誘電体デュプレクサ51を得ることができる。

【0083】また、図7で示した第4の実施形態の変形例のように、誘電体デュプレクサ51の誘電体フィルタ51a及び誘電体フィルタ52bの初段と最終段の誘電体柱の径を小さくしてもよい。

【0084】図10は、各誘電体フィルタの初段と最終段の誘電体柱の径を小さくした誘電体デュプレクサ61を示す断面図である。なお、同軸コネクタ等の構造は図8及び図9に示した誘電体デュプレクサ51と同様の構造であるため説明は省略する。

【0085】図10に示すように、各誘電体フィルタの初段及び最終段に相当する62b、62d、62f、62hの径の大きさを残りの誘電体柱62a、62c、62e、62gの径の大きさよりも小さくしている。

【0086】また、これを支持する支持部材68aやアース板60aの形状も誘電体柱62b、62d、62f、62hの大きさに合わせて変形されている。

【0087】これにより、初段及び最終段の誘電体共振器単体の共振周波数を高くして、誘電体デュプレクサを構成した時に、第1の誘電体フィルタにおける誘電体共振器の見かけ上の共振周波数がほぼ同一となるようにするとともに、第2の誘電体フィルタにおける誘電体共振器の見かけ上の共振周波数がほぼ同一となるようにしている。もちろん、第1の誘電体フィルタを構成する誘電体共振器と第2の誘電体フィルタを構成する誘電体共振器とは、見かけ上の共振周波数が異なるように設定されている。

【0088】また、第1の誘電体フィルタと第2の誘電体フィルタで周波数帯域を異ならせる構造として、図11に示す構造のものが考えられる。なお、同軸コネクタ等の構造は図8及び図9に示した誘電体デュプレクサ51と同様の構成であるため説明は省略する。

【0089】図11に示すように、第1の誘電体フィルタを構成する誘電体柱72a～72dの径の大きさを第2の誘電体フィルタを構成する誘電体柱72e～72hの径の大きさよりも小さくすることによって第1の誘電体フィルタと第2の誘電体フィルタとで誘電体柱の径の形状を異ならせている。これにより、第1の誘電体フィルタと第2の誘電体フィルタの周波数帯域を異ならせて

いる。なお、本変形例では誘電体柱の径の大きさを異ならせたがこれに限るものではなく、誘電体柱の形状を直方体と円柱にするなど、さまざまな変形が考えられる。また形状を変えずに、コンデンサやインダクタ等のリアクタンス素子を付加することによって第1の誘電体フィルタと第2の誘電体フィルタとの周波数帯域を異ならせてもよいし、誘電体柱を削ることによって第1の誘電体フィルタと第2の誘電体フィルタとの周波数帯域を異ならせてもよい。

【0090】図8～図11に示したような本実施の形態の誘電体デュプレクサは、第1の誘電体フィルタの第1の周波数帯域を受信フィルタの受信周波数帯域として用い、第2の周波数帯域を送信フィルタの送信周波数帯域として用いれば、送受信器のアンテナ共用器として使用することができる。また、第1の誘電体フィルタ及び第2の誘電体フィルタを2つの送信フィルタとして、もしくは2つの受信フィルタとして用いてもよい。

【0091】次に第6の実施形態について図12を用いて説明する。本実施形態は、図1に示した誘電体フィルタ1とほぼ同じ構成であり、同一の部分には同一の符号を付けて詳細な説明は省略する。

【0092】図12に示す誘電体フィルタ81は、図1の誘電体フィルタ1とは誘電体柱に形成された電極の構成で異なっている。すなわち、図1の誘電体フィルタ1では誘電体柱2の電極3及び電極4は単層の導体から構成されているが、図12の誘電体フィルタ81では誘電体柱82の電極83及び電極84は薄膜導体と薄膜誘電体を交互に積層した薄膜多層電極から構成されている。このような薄膜多層電極は特願平6-310900号等が出願されているが、単層の導体に比べて挿入損失が少ないので、共振器に用いた場合、無負荷Qが高い共振器を得ることができる。

【0093】なお、本実施の形態では図1の誘電体フィルタに薄膜多層電極を用いた例を説明したが、第2～第4の実施形態の誘電体フィルタや第5の実施形態の誘電体デュプレクサにも、もちろん適用することが可能であり、より無負荷Qが高い誘電体フィルタや誘電体デュプレクサを得ることができる。

【0094】

【発明の効果】本願発明によれば、誘電体柱を収納する遮蔽空洞にはほとんど実電流が流れないため、遮蔽空洞における損失をほぼ無くすることができ、その結果、無負荷Qの高い誘電体共振器、誘電体フィルタ、誘電体デュプレクサを得ることができる。

【0095】特に請求項2に係る発明によれば、電磁界分布の生じる空間に誘電体を配置したので、さらに無負荷Qの高い誘電体共振器、誘電体フィルタ、誘電体デュプレクサを得ることができる。

【0096】また、請求項3に係る発明では、高さ方向に間隔を置いて配置して多段の共振器を構成しているの

で、底面積を小さくすることができる。

【0097】請求項4に係る発明では、薄膜多層電極を用いているので、さらに無負荷 $Q$ の高くした誘電体共振器、誘電体フィルタ、誘電体デュプレクサを得ることができる。

【0098】請求項5に係る発明では、誘電体柱を円柱形状にして電極面での円中心から縁端部までの距離を等距離にしたため、縁端部において電位差が生じず電流が流れないので、電極における損失をさらに低減し、無負荷 $Q$ の高い誘電体共振器が得られる。

【0099】さらに、請求項9に係る発明では、結合手段として誘電体シートの一方の面に電極を形成した電極シートを用いているので、誘電体の誘電率、電極シートの大きさを適度を選択して所望の結合の大きさを容易に得ることができる。

【0100】請求項10に係る発明では、初段及び最終段のTMモード誘電体共振器単体の共振周波数を高くしているので、誘電体フィルタを構成した際に各TMモード誘電体共振器の共振周波数を同一にすることができる。

【0101】請求項11に係る発明では、上記のようなTMモード誘電体フィルタを複数組み合わせ、第1の周波数帯域を有する第1のTMモード誘電体フィルタと、第2の周波数帯域を有する第2のTMモード誘電体フィルタとを備え、第1の周波数帯域と第2の周波数帯域を異なる周波数帯域にしているので、無負荷 $Q$ が高い誘電体デュプレクサが得られる。

【0102】請求項12に係る発明によれば、第1のTMモード誘電体フィルタを構成するTMモード誘電体共振器の形状と、第2のTMモード誘電体フィルタを構成するTMモード誘電体共振器の形状を異ならせることによって、第1の周波数帯域と第2の周波数帯域とを異ならせているので、同一形状のTMモード誘電体共振器を用いた場合に比べて、周波数帯域をずらすための回路を付加する必要がなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る誘電体フィルタを示す図である。(A)は一部破砕斜視図であり、

\* (B)は(A)におけるA-A線断面図である。

【図2】本発明の第2の実施形態に係る誘電体フィルタを示す図である。(A)は一部破砕斜視図であり、

(B)は(A)におけるB-B線断面図である。

【図3】本発明の第2の実施形態に係る誘電体フィルタの変形例を示す図である。(A)は一部破砕斜視図であり、(B)は(A)におけるC-C線断面図である。

【図4】本発明の第3の実施形態に係る誘電体フィルタを示す図である。(A)は一部破砕斜視図であり、

(B)は(A)におけるD-D線断面図である。

【図5】本発明の第3の実施形態に係る誘電体フィルタを示す図である。(A)は斜視図であり、(B)は(A)におけるE-E線断面図である。

【図6】本発明の第3の実施形態に係る誘電体フィルタを示す図であり、図5における誘電体フィルタを上下に分割してその中を見た平面図である。

【図7】本発明の第3の実施形態に係る誘電体フィルタの変形例を示す断面図である。

【図8】本発明の第4の実施形態に係る誘電体デュプレクサを示す一部破砕斜視図である。

【図9】本発明の第4の実施形態に係る誘電体デュプレクサを示す図であり、図8の誘電体デュプレクサの分解斜視図である。

【図10】本発明の第4の実施形態に係る誘電体デュプレクサの変形例を示す断面図である。

【図11】本発明の第4の実施形態に係る誘電体デュプレクサの他の変形例を示す断面図である。

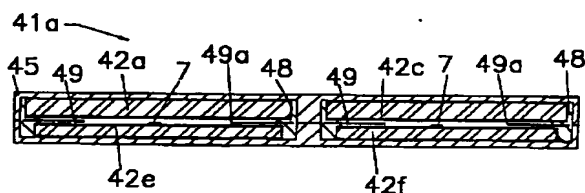
【図12】本発明の第5の実施形態に係る誘電体フィルタを示す断面図である。

【図13】従来のTMモード誘電体フィルタを示す分解斜視図である。

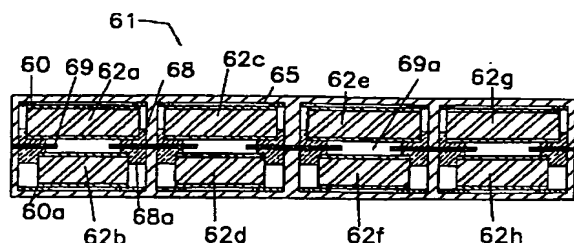
【符号の説明】

- 1 誘電体フィルタ
- 2 誘電体柱
- 3, 4 電極
- 5 遮蔽空洞
- 6 同軸コネクタ
- 7 電極シート

【図7】

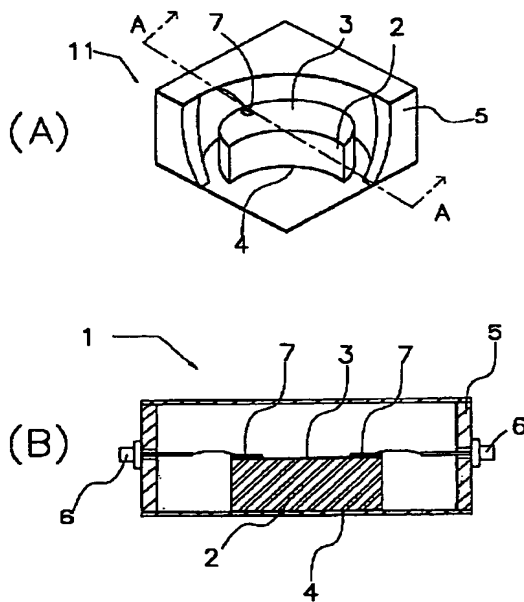


【図10】

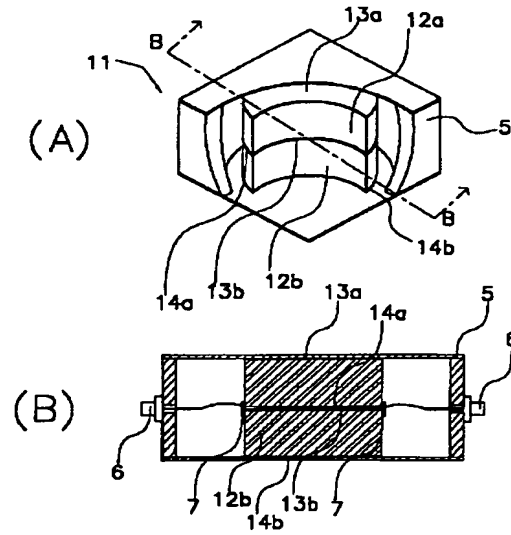




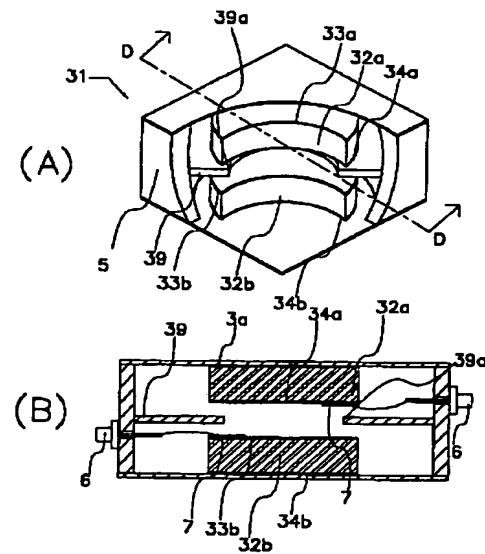
【図1】



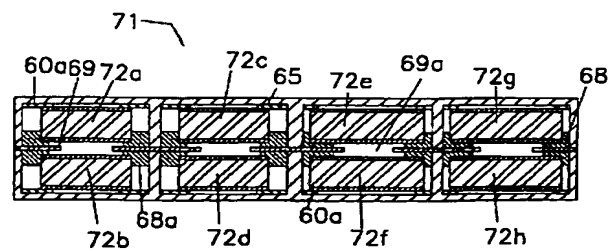
【図2】



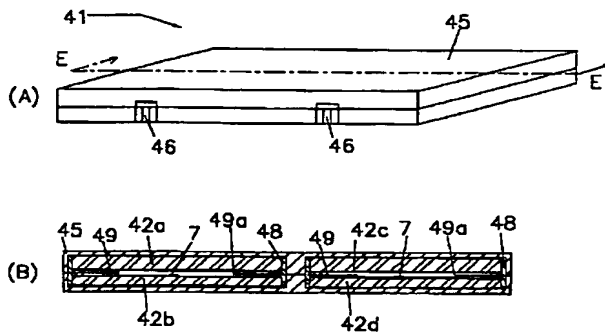
【図4】



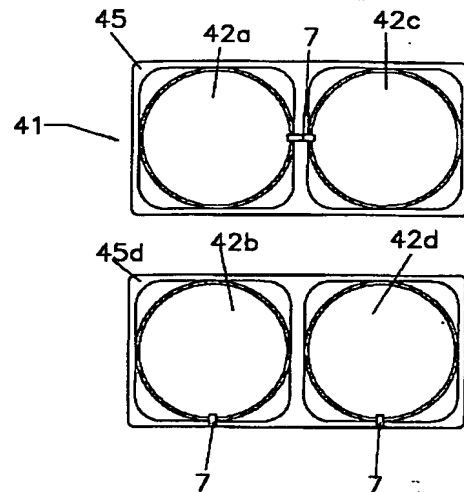
【図11】



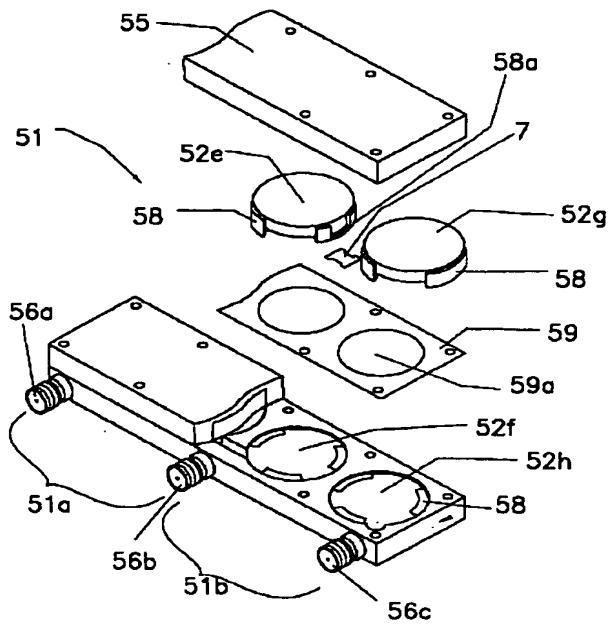
【図5】



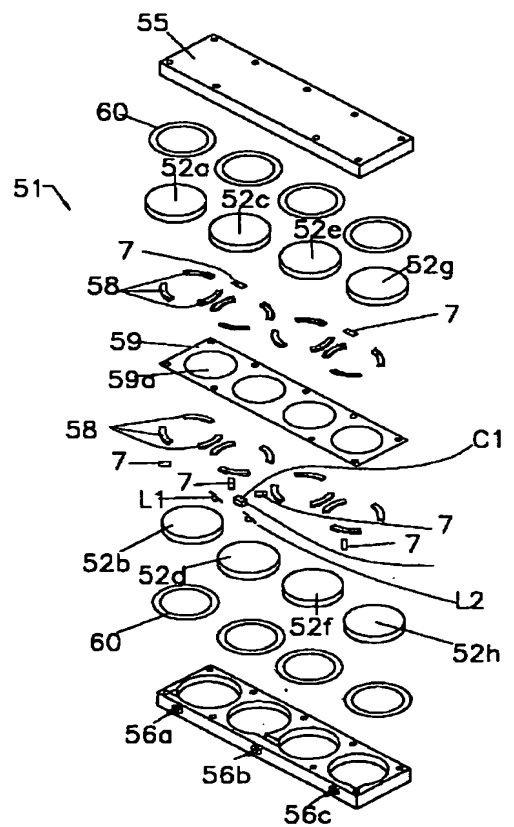
【図6】



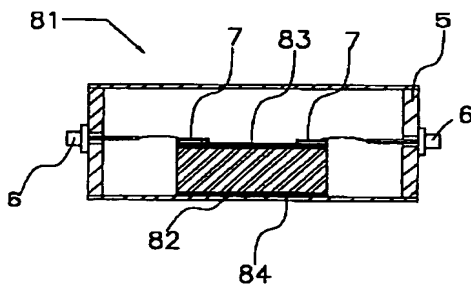
【図8】



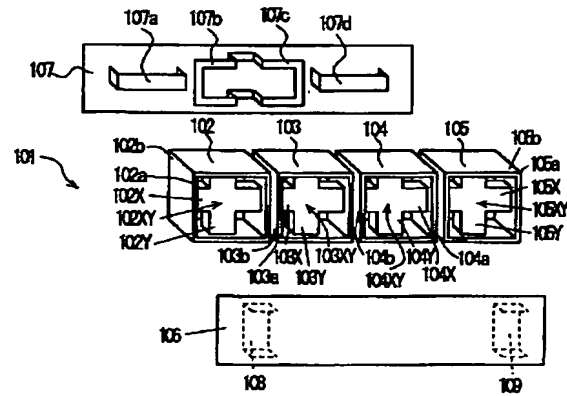
【図9】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 久保田 和彦  
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株  
式会社村田製作所内

審査官 富澤 哲生

(56)参考文献 特開 平8-250914 (J P, A)  
特開 平9-116314 (J P, A)  
特開 昭63-266903 (J P, A)  
特開 平2-52502 (J P, A)  
実公 平5-43521 (J P, Y 2)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, D B名)

H01P 1/20 - 1/219

H01P 7/00 - 7/10